



520.43707X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): T. OKABE, *et al.*

Serial No.: 10/809,321

Filed: March 26, 2004

Title: METHOD OF INSPECTING DEFECTS

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

April 20, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby
claim(s) the right of priority based on:

Japanese Patent Application No. 2003-183933
Filed: June 27, 2003

A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

Melvin Kraus
Registration No.: 22,466

MK/rr
Attachment

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 6月27日

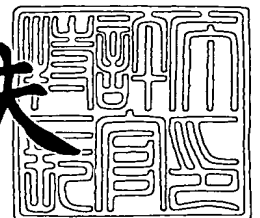
出願番号
Application Number: 特願2003-183933
[ST. 10/C]: [JP2003-183933]

出願人
Applicant(s): 株式会社日立ハイテクノロジーズ

2004年 4月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3029138

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT03P0402

【提出日】 平成15年 6月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 21/00

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
 製作所 生産技術研究所内

 【氏名】 岡部 隆史

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
 製作所 生産技術研究所内

 【氏名】 前田 俊二

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
 製作所 生産技術研究所内

 【氏名】 芝田 行広

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
 製作所 生産技術研究所内

 【氏名】 西山 英利

【特許出願人】

 【識別番号】 501387839

 【氏名又は名称】 株式会社日立ハイテクノロジーズ

【代理人】

 【識別番号】 100068504

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小川 勝男

 【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】**【識別番号】** 100086656**【弁理士】****【氏名又は名称】** 田中 恭助**【電話番号】** 03-3661-0071**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 081423**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 欠陥検査装置における検査レシピ設定方法および欠陥検査方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

欠陥検査装置において所定の試料から互いに異なる複数の画像取得条件を変えて順次各画像取得条件毎の画像信号を取得する画像信号取得ステップと、

該画像信号取得ステップにより順次取得された各画像取得条件毎の画像信号から各画像取得条件毎の欠陥候補を検出する欠陥検出ステップと、

該欠陥検出ステップにより検出された各画像取得条件毎の欠陥候補の前記試料上の位置座標を基に各画像取得条件毎の欠陥候補のORファイルを作成するORファイル作成ステップと、

該ORファイル作成ステップにより作成された各画像取得条件毎の欠陥候補のORファイルを基に同一欠陥候補については重複することなくレビューするレビューステップとを有することを特徴とする欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 2】

欠陥検査装置において所定の試料から互いに異なる複数の画像取得条件を変えて順次各画像取得条件毎の画像信号を取得する画像信号取得ステップと、

該画像信号取得ステップにより順次取得された各画像取得条件毎の画像信号から各画像取得条件毎の欠陥候補を検出する欠陥検出ステップと、

該欠陥検出ステップにより検出された各画像取得条件毎の欠陥候補の前記試料上の位置座標を基に各画像取得条件毎の欠陥候補のORファイルを作成するORファイル作成ステップと、

該ORファイル作成ステップにより作成された各画像取得条件毎の欠陥候補のORファイルを基に同一欠陥候補については重複することなく各画像取得条件毎の欠陥候補について異なる種類に分類する分類ステップと、

該分類ステップにより分類された各画像取得条件毎の分類結果に基づいて条件選択基準に従って前記欠陥検査装置における検査レシピとしての画像取得条件を選択して設定する選択ステップとを有することを特徴とする欠陥検査装置における

検査レシピ設定方法。

【請求項 3】

欠陥検査装置において所定の試料から互いに異なる複数の画像取得条件を変えて順次各画像取得条件毎の画像信号を取得する画像信号取得ステップと、

該画像信号取得ステップにより順次取得された各画像取得条件毎の画像信号から各画像取得条件毎の欠陥候補を検出する欠陥検出ステップと、

該欠陥検出ステップにより検出された各画像取得条件毎の欠陥候補の前記試料上の位置座標を基に各画像取得条件毎の欠陥候補の O R ファイルを作成する O R ファイル作成ステップと、

該 O R ファイル作成ステップにより作成された各画像取得条件毎の欠陥候補の O R ファイルを基に同一欠陥候補については重複することなく各画像取得条件毎の欠陥候補について少なくとも欠陥と虚報とに分類する分類ステップと、

該分類ステップにより分類された各画像取得条件毎の分類結果に基づいて条件選択基準に従って前記欠陥検査装置における検査レシピとしての画像取得条件を選択して設定する選択ステップとを有することを特徴とする欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 4】

前記欠陥検出ステップにおいて、前記各画像取得条件毎の欠陥候補を、前記順次取得された各画像取得条件毎の画像信号から、設定された検査条件に基づいて検出することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 5】

前記分類ステップにおいて、前記各画像取得条件毎の欠陥候補についての前記分類を、レビューに基づいて行うことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 6】

前記分類ステップにおいて、前記各画像取得条件毎の欠陥候補についての前記分類を、前記各画像取得条件毎の欠陥候補についての特徴量を基に自動的に行うことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方

法。

【請求項 7】

前記選択ステップにおいて、前記条件選択基準として、少なくとも感度を優先する基準と虚報を最も少なくする基準とを有することを特徴とする請求項 3 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 8】

前記選択ステップにおいて、前記条件選択基準として、少なくとも感度を優先する基準と虚報を最も少なくする基準とこれらの中間の基準とを有することを特徴とする請求項 3 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 9】

前記分類ステップにおいて、前記分類される欠陥のカテゴリを複数有することを特徴とする請求項 3 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 1 0】

前記分類ステップにおいて、前記各画像取得条件毎の欠陥候補についての前記分類を、試料上での発生分布を解析することによって行うステップも含むことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 1 1】

前記分類ステップにおいて、前記各画像取得条件毎の欠陥候補についての前記分類を、致命か非致命かを判定することによって行うステップも含むことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 1 2】

前記分類ステップにおいて、前記各画像取得条件毎の欠陥候補についての前記分類を、欠陥組成分析の結果を用いて行うステップも含むことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 1 3】

前記選択ステップにおいて、前記条件選択基準として、前記分類される特定のカテゴリを優先する基準を有することを特徴とする請求項 9 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 1 4】

更に、前記分類ステップにより分類された分類結果を欠陥マップとして画面に提示する提示ステップを有することを特徴とする請求項 2、3 又は 9 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 15】

更に、前記分類ステップにおいて分類された欠陥のカテゴリに応じてレビューサンプリング率を提示する提示ステップを有することを特徴とする請求項 9 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 16】

前記画像信号取得ステップ、前記欠陥検出ステップ及び前記分類ステップを同じ画像取得条件で複数回繰り返すことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 17】

欠陥検査装置において所定の試料から画像信号を取得する画像信号取得ステップと、

該画像信号取得ステップにより取得された画像信号から所望の検査条件に基づいて欠陥候補を検出する欠陥検出ステップと、

該欠陥検出ステップにより検出された欠陥候補について異なる種類に分類する分類ステップと、

該分類ステップにより分類された分類結果に基づいて条件選択基準に従って前記欠陥検査装置における検査レシピとしての検査条件を選択若しくは調整して設定する選択ステップとを有することを特徴とする欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 18】

欠陥検査装置において所定の試料から画像信号を取得する画像信号取得ステップと、

該画像信号取得ステップにより取得された画像信号から所望の検査条件に基づいて欠陥候補を検出する欠陥検出ステップと、

該欠陥検出ステップにより検出された欠陥候補について少なくとも欠陥と虚報に分類する分類ステップと、

該分類ステップにより分類された分類結果に基づいて条件選択基準に従って前記欠陥検査装置における検査レシピとしての検査条件を選択若しくは調整して設定する選択ステップとを有することを特徴とする欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 19】

更に、前記試料を再度検査して前記欠陥検出ステップにより検出された欠陥候補を目視レビューして欠陥／虚報の確認を行なうレビューステップを有することを特徴とする請求項 18 記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法。

【請求項 20】

請求項 1 乃至 19 の何れか一つに記載の欠陥検査装置における検査レシピ設定方法によって設定された検査レシピに従って前記試料と同類の被検査対象物に対して欠陥検査を実行することを特徴とする欠陥検査装置における欠陥検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被検査パターンの欠陥（ショートや断線など）や異物を検出するパターン検査、異物検査等の欠陥検査装置に係り、特に、半導体ウエハや液晶ディスプレイ、ホトマスクなどの被検査パターンの欠陥検査を行う欠陥検査装置に用いる検査レシピの設定を支援するための技術、及び検出された欠陥の分類技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体製品寿命の短縮化と、システム L S I を中心とする多品種生産体制への移行が進むなか、量産プロセス条件の早期確立への要求が一層強まっている。半導体製造の各工程において、外観を検査し、欠陥の発生状態に関する情報を取得し、プロセス条件の調整の指針を得る、あるいはプロセス状態の不具合を検知するためのツールとして検査装置は極めて重要である。既に実用化されている半導体外観検査装置としては、光学式異物検査装置、光学式、あるいは電子線式のパターン検査装置や欠陥レビュー装置がある。

【 0 0 0 3 】

以下、検査装置におけるパラメータ設定の手順を説明する。パラメータは画像の取得条件を設定するパラメータ（以下、画像取得パラメータ）と、画像処理条件（検査条件）を設定するパラメータ（以下、検査パラメータ）に大別される。画像取得パラメータは、適正な画像を検出するためのパラメータであり、例えば、光学式の外観検査装置であれば、検出倍率（画素サイズ）、焦点位置のオフセット量、照明波長および光量、各種フィルタ設定条件、開口絞り等の光学条件がこれに相当する。検査パラメータは、検出した画像を適正に処理するために、設定が必要なパラメータである。例えば、検出した画像から、欠陥部のみを２値化抽出するための２値化しきい値や、欠陥とは関係ない微小な面積の領域をノイズとして除去するノイズ除去サイズしきい値、エッジにおける感度低下パラメータなどがこれに相当する。

【 0 0 0 4 】

従来、この種の検査装置は、図 2 2 に示すような検査パラメータ設定手順を実施していた。以下説明する。

【 0 0 0 5 】

始めに検査対象ウエハを準備、セットする（S 2 1 0 1）。暫定的に画像取得パラメータを設定し（S 2 1 0 2）、被検査パターンの適当な場所の画像を撮像し、画質の確認を行う（S 2 1 0 3）。例えば、画像が暗ければ光量を上げ、画像のコントラストが低ければ、フィルタや絞りなどの光学条件を変え、あるいはフォーカスの調整などを行う。以上のパラメータの設定と画質の確認を所望の画像が得られるまで繰り返し、得られた段階で、画像取得パラメータを登録する（S 2 1 0 4）。続いて暫定的に設定した検査パラメータを用いて（S 2 1 0 5）、仮検査（試し検査）を実行する（S 2 1 0 6）。検査実行後、検出欠陥位置を確認（レビュー）し（S 2 1 0 7）、検査パラメータの設定状態を検証する（S 2 1 0 8）。例えば、虚報が想定以上に多数検出されるような場合は、感度が高すぎるようであれば２値化しきい値を上げる、必要以上に微小な欠陥が多い場合はノイズ除去サイズを大きくする、などの対応が考えられる。

【 0 0 0 6 】

以上述べた、検査パラメータの再設定、試し検査再実行、検査結果再確認の各操作を、所望の検出感度が得られるまで繰り返し実行することによって、検査パラメータの設定が完了、パラメータを登録する（S 2 1 0 9）。

【0 0 0 7】

また、特開 2 0 0 1 - 3 3 7 0 4 7 号公報公報においては、所望の検出感度を得るための模擬欠陥ウエハを作成し、作業者の熟練度に依存しない最適なレシピ作成方法について提案している。

【0 0 0 8】

また、欠陥分類に関しては、特許第 3 1 3 9 9 9 8 号公報において、検出した欠陥から分類を行う要解析部を選択（サンプリング）し、欠陥検出処理と欠陥分類の一部を並行して行う方法について提案している。

【0 0 0 9】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 3 3 7 0 4 7 号公報

【特許文献 2】

特許第 3 1 3 9 9 9 8 号公報

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術においては、いずれも検査条件を設定する毎に検査を実行し、その結果を観察（レビュー）するという手順を、所望の画像、検査感度が得られるまで繰り返さなければならず、しかも試し検査以外の全てのステップを作業者が手動で行う必要があるため、レシピが決定されるまでに多大な労力と時間を要するという課題があった。レビュー作業においては、同一欠陥（あるいは虚報）を、条件を変える度にレビューするという無駄が発生していた。また設定作業において、検査条件同士の結果比較が容易でなく、最適条件の選択が困難であるという課題があった。特に濃淡しきい値などの設定は作業者の経験に頼っており、しかも試行錯誤を必要とした。

【0 0 1 1】

また、欠陥分類において分類対象とする欠陥を選択（サンプリング）する方法

は、分類解析処理部の能力が低く、分類に時間を要するために、検査処理と分類処理を並列に行っても解析時間が検査時間を大幅に上回るような場合には有効であるが、全ての欠陥を分類できないため、ユーザが本来注目したい欠陥（ターゲット欠陥）の分類漏れが発生するという課題があった。また、ウエハ全体の欠陥分布状態の正確な把握ができず、推定になってしまうという課題があった。

【0012】

本発明の目的は、上記課題を解決すべく、検査レシピ設定において、労力および時間を削減できるようにした欠陥検出方法およびその装置を提供することにある。

【0013】

また、本発明の他の目的は、選択設定された検査レシピに従って高精度に欠陥検出できる欠陥検出方法およびその装置を提供することにある。

【0014】

また、本発明の他の目的は、検出された全ての欠陥を、検査処理が終わるとほぼ同時に分類し終えるようにした欠陥検出方法およびその装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、欠陥検査装置において所定の試料から互いに異なる複数の画像取得条件を変えて順次各画像取得条件毎の画像信号を取得する画像信号取得ステップと、該画像信号取得ステップにより順次取得された各画像取得条件毎の画像信号から各画像取得条件毎の欠陥候補（装置が判定した欠陥部であり、真の欠陥と虚報（擬似欠陥）とを含む）を検出する欠陥検出ステップと、該欠陥検出ステップにより検出された各画像取得条件毎の欠陥候補の前記試料上の位置座標を基に各画像取得条件毎の欠陥候補のORファイルを作成するORファイル作成ステップと、該ORファイル作成ステップにより作成された各画像取得条件毎の欠陥候補のORファイルを基に同一欠陥候補については重複することなくレビューするレビューステップとを有することを特徴とする検査レシピ設定方法である。尚、以上の処理の対象は、全ての欠陥候補とする。全ての欠

陥候補に対する分類処理を、検査処理が終わるとほぼ同時に終えるためには、分類解析部に充分処理能力の高いプロセッサを使用する、あるいはプロセッサを複数台並列に動作させる、などの構成を考慮する必要がある。

【0016】

また、本発明は、欠陥検査装置において所定の試料から互いに異なる複数の画像取得条件を変えて順次各画像取得条件毎の画像信号を取得する画像信号取得ステップと、該画像信号取得ステップにより順次取得された各画像取得条件毎の画像信号から各画像取得条件毎の欠陥候補を検出する欠陥検出ステップと、該欠陥検出ステップにより検出された各画像取得条件毎の欠陥候補の前記試料上の位置座標を基に各画像取得条件毎の欠陥候補のORファイルを作成するORファイル作成ステップと、該ORファイル作成ステップにより作成された各画像取得条件毎の欠陥候補のORファイルを基に同一欠陥候補については重複することなく各画像取得条件毎の欠陥候補について異なる種類（欠陥（真の欠陥及びその種類）、虚報、不明等）に分類する分類ステップと、該分類ステップにより分類された各画像取得条件毎の分類結果に基いて条件選択基準に従って前記欠陥検査装置における検査レシピとしての画像取得条件を選択して設定する選択ステップとを有することを特徴とする検査レシピ設定方法である。

【0017】

また、本発明は、前記分類ステップにおいて、少なくとも欠陥（真の欠陥）と虚報とに分類することを特徴とする。

【0018】

また、本発明は、前記欠陥検出ステップにおいて、前記各画像取得条件毎の欠陥候補を、前記順次取得された各画像取得条件毎の画像信号から、設定された検査条件に基いて検出することを特徴とする。

【0019】

また、本発明は、前記分類ステップにおいて、前記分類を、試料上での発生分布を解析することによって行うステップも含むことを特徴とする。また、本発明は、前記分類ステップにおいて、前記分類を、致命か非致命かを判定することによって行うステップも含むことを特徴とする。また、本発明は、前記分類ステッ

プにおいて、前記分類によって真の欠陥（特に異物）と分類された欠陥を、EDX（Energy Dispersive X-ray Spectroscopy：エネルギー分散X線分光）、EPMA（Electron Probe Microanalyzer：電子線マイクロアナライザ）等の欠陥組成分析の結果を用いて行うステップも含むことを特徴とする。また、本発明は、更に、前記分類ステップにおいて分類された欠陥のカテゴリに応じてレビューサンプリング率を提示する提示ステップを有することを特徴とする。また、本発明は、前記画像信号取得ステップ、前記欠陥検出ステップ及び前記分類ステップを同じ画像取得条件で複数回繰り返すことを特徴とする。

【0020】

また、本発明は、欠陥検査装置において所定の試料から画像信号を取得する画像信号取得ステップと、該画像信号取得ステップにより取得された画像信号から所望の検査条件に基いて欠陥候補を検出する欠陥検出ステップと、該欠陥検出ステップにより検出された欠陥候補について異なる種類に分類する分類ステップと、該分類ステップにより分類された分類結果に基いて条件選択基準に従って前記欠陥検査装置における検査レシピとしての検査条件を選択若しくは調整して設定する選択ステップとを有することを特徴とする検査レシピ設定方法である。

【0021】

【発明の実施の形態】

本発明に係る欠陥検査装置（外観検査装置）の実施の形態について図面を用いて説明する。本実施の形態では、欠陥検査装置における被検査パターンの画像取得パラメータ（画像取得条件：光学条件）、および検査パラメータ（検査条件）からなる検査レシピの設定を容易化する。

【0022】

図1には、本発明に係る検査レシピなどの検査条件を設定する方式を適用する欠陥検査装置（外観検査装置）のシステム構成例を示す。図1は光学式の欠陥検査装置の一実施例を示す図である。光学系7は、対物レンズ8、光学条件変更部（各種フィルタなど）9、光学条件変更部（各種フィルタなど）10及びビームスプリッタ11などを備えて構成される。光源12から照射された光は、ビームスプリッタ11で反射し、対物レンズ8を透過し、被検査対象物の試料1（半導

体ウエハなど)を照明する。照明光としては、ランプ光もしくはレーザ光などがあり、波長としては、可視光、UV、DUV、VUV、EUVなどいずれを用いてもよい。ウエハ1上のパターンで反射・回折・散乱した光のうち、対物レンズ8のNA(Numerical Aperture)内に伝搬した光は、再び対物レンズ8に捕捉され、像面に光学像を結像する。TDIなどの検出器13で検出した画像信号は、A/D変換回路15でデジタル信号に変換され、前処理部16にてシェーディング補正、暗レベル補正等の画像補正が行われた後、画像メモリ17Aおよび17Bに一時格納される。欠陥検出部18は、画像メモリ17Aに格納されたウエハパターン画像を処理し、欠陥の検出処理(例えば、ダイ比較による不一致処理、セル比較による不一致処理、或いはこれらの混合比較による不一致処理)を行い、欠陥の座標、サイズなどの欠陥情報を抽出する。なお、この欠陥の検出処理は、検出画像のダイ比較、セル比較、混合比較に基づく欠陥、検出画像間の差の判定2値化しきい値に基づくものであっても良い。これらの欠陥情報は、欠陥画像抽出部19に専用インタフェース、あるいはネットワーク21を介して送られる。欠陥画像抽出部19ではこの欠陥情報を元に、画像メモリ17Bのウエハパターン画像から、欠陥候補部画像、及び比較対象の参照部画像を抽出し、欠陥画像処理部20に専用インタフェース、あるいはネットワーク21を介して送る。欠陥候補情報も同様に欠陥検出部18からネットワーク18を介して、または欠陥画像抽出部19から専用インタフェース、あるいはネットワーク21を介して欠陥画像処理部20に送られる。欠陥画像処理部20では、欠陥部画像、参照部画像を処理して詳細な欠陥特徴量を演算する。欠陥候補特徴量としては、欠陥部のサイズ(面積、X、Y軸方向の長さなど)、明るさ情報(濃淡値情報)、欠陥の背景パターンの情報(線幅、パターン密度、明るさなど)などさまざま考えられる。欠陥画像処理部20では、取得した特徴量を元にして、欠陥の分類処理が行われる。全ての欠陥候補に対する特徴量演算、分類処理を検査時間内に行うためには、前述のように欠陥画像処理部20に充分処理能力の高いプロセッサを使用する、あるいはプロセッサを複数台並列に動作させる、などの構成を考慮する必要がある。図2は欠陥画像処理部20としてプロセッサをN台並列化した実施例であり、欠陥画像処理部19から専用インタフェース、あるいはネットワーク21を介

して、順次欠陥画像処理部 1 (201)、処理部 2 (202)・・・処理部 N (20N)に必要なデータが送られ、各処理部で並列に処理が実行され、処理結果はネットワーク 21 を介して転送される。

【0023】

一方、全ての欠陥候補から特徴量演算、分類処理を行う対象を選択（サンプリング）する場合には、上記プロセッサの能力を下げたり、並列台数を減らしたりすることができ、ユニットの構成が単純化し、コスト削減の効果がある。逆に、欠陥画像処理部 20 の構成に制限があるような場合には、その能力に見合った処理対象数になるようなサンプリング率にする必要がある。

【0024】

以上の処理結果であって欠陥画像処理部 20 から得られる欠陥候補部画像と、座標、特徴量、分類処理結果などの欠陥情報は、ネットワーク 21 を介して、検査情報管理部 23 に転送され、記憶装置 24 に格納、保存されると同時に、操作制御部 26 に転送される。操作制御部 26 では、入力した欠陥情報を処理し、ディスプレイ 27 に表示されたウエハマップに欠陥位置を打点したり、欠陥画像などを表示したりする。試料 1 を搭載している θ ステージ 5、Z ステージ 4、Y ステージ 3、X ステージ 2 は、機構制御部 22 でコントロールされる。機構制御部 22 では、この他に光源 12 の光量制御（例えば ND フィルタによる）やウエハ高さ計測器 6、各種フィルタ（空間フィルタ、波長フィルタ、絞りなど）9、10 などの光学系 7 の制御も行う。高さ計測器 6 の信号を元に、Z ステージ 4 を制御、高さ方向に試料 1 を移動することによって、ウエハなどの試料 1 上のパターンに対して所定フォーカスの画像を取得することができる。

【0025】

操作制御部 26 は、本パターン検査システムの制御を指令するためのユーザインターフェースを備えている。ユーザは、キーボード、マウス、ジョイスティックなどの入力装置 25 を使用し、画像処理条件（検査条件）を設定するための検査パラメータ設定画面、あるいは画像取得条件（光学条件）を設定するためのパラメータ（光学条件）設定画面を介して、検査対象ウエハの品種、工程などの基本データや、光学条件、画像処理パラメータ、検査領域の設定などを行う。検査パ

ラメータ（検査条件）としては、例えば、図 8（a）、（b）に示すような、検出（取得）した画像から、欠陥部のみを 2 値化抽出するための判定 2 値化しきい値や、欠陥とは関係ない微小な面積の領域をノイズとして除去するノイズ除去サイズしきい値や、エッジにおける感度低下パラメータ、欠陥の特徴量を基に欠陥、虚報を判別するしきい値などが相当する。画像取得パラメータ（光学条件）としては、適正な画像を取得するためのパラメータであり、例えば、図 5 及び図 6 に示すような、光学式の外観検査装置（欠陥検査装置）であれば、検出倍率（画素サイズ）、焦点位置のオフセット量、照明波長および光量、各種フィルタの設定条件、開口絞り等の光学条件が相当する。外観検査装置として、SEM 式の場合には、光学条件としては、加速電圧、ビーム電流、ビームスポット、走査速度等が関係してくることになる。

【 0 0 2 6 】

更に、分布識別部 2 8 は、検出されて情報管理部 2 3 に転送されて記憶装置 2 4 に格納された欠陥座標情報（チップアドレス及びチップ内欠陥座標）、分類情報（カテゴリ情報）を用いて、ウエハ内、ダイ内の個別欠陥カテゴリ毎のあるいは全欠陥の分布状態を解析し、該解析された個別欠陥カテゴリ毎の分布、あるいは全欠陥の分布の様子が既知のパターンと類似しているかどうかを判定することにより不良原因工程、装置の特定を行うことも可能となる。例えば、分布識別部 2 8 は、欠陥（キズ）が円弧上に分布しているような場合には、CMP 工程にて発生したと推測できる。

【 0 0 2 7 】

更に、レイアウト変換演算部 2 9 は、レイアウト CAD 3 0 から試料 1 の回路レイアウトデータをネットワーク 2 1 を介して取得し、該取得された試料の回路レイアウトデータからチップ内のパターンレイアウトを生成することにより、記憶装置 2 4 に格納された欠陥検出位置におけるチップのパターン情報（パターン密度、線幅など）を得ることができ、その欠陥が致命欠陥（断線若しくは短絡）か、非致命欠陥（断線若しくは短絡に直接関係しない単なる孤立欠陥）かの判断が可能になり、場合によっては欠陥発生原因の特定が可能である。この際、参照するレイアウトデータとしては、主に当該レイヤであるが、それ以前の工程のレ

イヤ情報を複数必要とする場合もある。例えば、欠陥発生原因特定は、通常当該レイヤを対象とするため、欠陥が存在するレイヤを調べて、当該レイヤであるもののみを抽出し、それ以前の工程のレイヤに発生した欠陥は除去する、若しくは解析対象外欠陥と設定する、というような使い方が考えられる。

【0028】

更に、組成分析装置（質量分析装置や分光分析装置などのEDX）31は、各欠陥の欠陥組成情報を取得し、記憶装置24から得られる本検査装置の欠陥分類情報とあわせて解析することによって、より正確に欠陥発生原因の特定を行うことができる。例えば、発生した異物の組成を分析することによって、どの工程で使用了材料、あるいはガスの成分が含まれているか、またはどの装置のどの部品で発生したものか、まで判明できる可能性もある。

【0029】

なお、以上の説明では、欠陥の分類処理を欠陥画像処理部20で、欠陥発生原因の工程、装置の特定の解析を、分布識別部28、レイアウト変換演算部29及び組成分析装置31の各々で行うようにしたが、いずれの処理も、情報管理部23または操作制御部26で行なってもよい。

【0030】

以上システム構成の一実施例を図1により述べたが、もちろんこれに限定されるものではなく、図20に示すように光学系7（7A，7B）、照明光源12（12A，12B）や検出器13（13A，13B）を複数個切り替えて使用する方式も考えられる。照明光源12としては、光の波長を切り替えるように、例えば、UV若しくはDUV光源と白色光源（ブロードバンド）とを切り替え、倍率も白色光源の場合では数10nmの微細な欠陥を検出するためには高倍率にする必要がある。このように、光源の波長が異なることによって、検出器13も異なる光の波長に適する検出器に切り替えることが必要となる。

【0031】

なお、検出器13A及び検出器13Bはビームスプリッタ11Cとレンズ14を組み合わせることにより、検出器を切り替えることなく、異なる照明光源12A，12Bによる画像を取得することも可能である。

【0032】

また、図21に示すように、光学系7で検出されて画像メモリ17に格納されたウエハパターン画像を基に、欠陥検出部18で欠陥候補の検出処理を行い、欠陥候補の座標、サイズなどの欠陥候補の情報を抽出すると同時に欠陥候補部画像、参照部画像を切り出して欠陥画像処理部20に送るようにすれば、画像メモリ17は複数必要なく、また欠陥画像抽出部19も不要となる。

【0033】

次に、図1に示すような外観検査装置における検査レシピの自動生成方法の実施の形態について図2～図19を用いて説明する。前述したように、外観検査装置は、被検査パターンの超微細化（0.1 μm 以下、更には80 nm以下）に伴って、50 nm程度以下の欠陥までも検出できるように高感度で、高速に検査することが要求されてきている。反面、高感度の検査をしようとする、自ずから、虚報とか不明の欠陥が多く検出されることになって、被検査パターンに対して不良品だと誤った判断を下す可能性が増大されることになる。

【0034】

また、半導体ウエハなどの場合、多数の製造プロセスを経て製造される関係で、致命欠陥が半導体素子の動作特性に大きく影響を及ぼす工程においては感度を優先して検査して不良品を製造しないようにする必要があり、致命欠陥が半導体素子の動作特性にあまり影響を及ぼさない工程においては虚報とか不明とかの誤答を減らすことを優先して良品が製造されているにも拘わらず不良品が製造されていると誤った判断を下すのを防止し、その中間の工程においては感度及び誤答を中間にすることが要求される。いずれにしても、被検査パターンの密度や線幅などの種類や製造プロセス工程に応じて光学条件（画像取得パラメータ）や検査条件（検査パラメータ）を最適に設定する必要がある。

【0035】

従って、次に説明する外観検査装置における検査レシピは、被検査パターンの密度や線幅などの種類毎や製造プロセス工程毎に設定することになる。

【0036】

そこで、実際検査を行う前に、操作制御部26において入力装置25を用いて

行われる、光学条件設定基準に基づき光学条件を選択して設定する処理フローの第1の実施例について図3を用いて説明する。

【0037】

まず、操作制御部26は図5に示す画面をディスプレイ27に表示させ、入力装置25を用いてN個（複数個）の光学条件を設定登録し、記憶装置24に記憶する（S301）。図5には、設定光学条件No. 3の場合を示す。設定する光学条件としては、検出器13の種類（カメラ）、画素サイズ（検出倍率に依存することになる。）、波長フィルタ、空間フィルタ、NDフィルタ、絞り、光源の種類（ランプ）、フォーカスオフセット量などがある。当然、SEM式になれば、設定される光学条件も変わることになる。

【0038】

次に、上記設定した光学条件を順次変更し、さらに欠陥検出部18における欠陥判定2値化しきい値、前処理部16におけるノイズ除去フィルタサイズ及びエッジにおける感度低下パラメータ、並びに欠陥画像処理部20における特徴量を基に欠陥、虚報の判定を行なう判定しきい値などの検査パラメータ（検査条件）を設定し（S302）、欠陥検出部18によって検査処理が行われる（S303）。処理回数がNに達したかどうか判定し（S304）、満たない場合は回数をインクリメントし（S305）、次の条件（光学条件／検査パラメータ）で更に検査処理を続ける。処理回数がN回になった時点で欠陥ORファイルの作成を行う（S306）。ORファイルの詳細は後で示す。この欠陥ORファイルを用いて、重複のない全ての欠陥候補に対して、欠陥画像抽出部19においてその欠陥候補部画像／参照部画像から欠陥候補の特徴量の演算を行い、欠陥画像処理部20においてその特徴量を基に欠陥か、虚報かの判定を行う（S307）。分類に用いる特徴量の種類は、画像より演算した欠陥候補部の面積、X、Y投影長などの欠陥候補サイズ、欠陥候補部の明るさ、欠陥候補部画像と参照部画像との濃淡差、欠陥部背景のパターン密度などがある。欠陥画像処理部20における欠陥、虚報の判定は、これら特徴量を使用して予め人手で設定したルール、あるいは欠陥、虚報をそれぞれ集めたデータベースから生成した判定ルールにより自動分類する。この分類結果と、予め設定した条件選択基準に基づき、条件選択を行う（

S308)。ここで言う条件選択基準とは、例えば、最も欠陥を多く検出する、即ち感度の高い条件とか、逆に欠陥を多少見逃してもよいから虚報を最も少なくする条件など様々考えられる。即ち、上記条件選択基準としては、少なくとも感度を優先する基準（モード）と虚報を最も少なくする基準（モード）とを有することになる。さらに、これらの中間の基準（モード）を有してもよい。以上の方式を実行することにより、製造管理者が最も望む所望の結果を得ることのできる条件を自動的に選択することができる。

【0039】

欠陥ORファイルの関係を示す一実施例を、図4（a）に示す。欠陥ORファイルは、複数回（N回；図4では3回）の欠陥検出結果に対して、欠陥座標、サイズなどから、異なる条件で検出した欠陥候補が同一かどうかを判定し、N回の検査処理で検出した、重複のない全ての欠陥候補を表すファイルである。図4に示す実施例では、光学条件の異なる3回の検査結果で、それぞれ130個（401）、52個（402）、100個（403）の欠陥が検出されているが、図4に示されているように、欠陥（真の欠陥）にはそれぞれ重複して検出されたものが存在する。従って、操作制御部26は欠陥ORファイルを基に重複のない全ての欠陥候補をディスプレイ27に表示して一括レビューすることが可能となる。その後のレビューで欠陥／虚報の判定を行った結果、それぞれの検査での欠陥数（ α ）は図4（b）に示すように、100個（404）、50個（405）、90個（406）あり、重複を除いた総欠陥数は全部で120個（407）である。この総数を試料1上の全欠陥だと仮定すると、光学条件1では全欠陥120個のうち、20個と見逃し（ β ）が最も少なく、100個も検出できて感度が最大となる。このように感度を上げた結果、虚報（ γ ）が30個と増大し、誤答数（ $\beta + \gamma$ ）は50個になる（408）。光学条件2では、全欠陥120個のうち、70個と見逃し（ β ）が最も多く、50個しか検出できず感度が最小となる。このように感度を最も下げた結果、虚報（ γ ）が2個しか検出されず、誤答数（ $\beta + \gamma$ ）は殆どが見逃しで72個になる（409）。光学条件3では、全欠陥120個のうち、30個と見逃し（ β ）が割合少なく、90個と検出できて感度が中程度となる。このように感度が中程度の結果、虚報（ γ ）が10個と検出され、

誤答数 ($\beta + \gamma$) は見逃しを含めて 40 個になる (410)。

【0040】

なお、誤答数としては、光学条件 1 を基準（見逃しを 0 とする。）にすれば、検査条件 1 は 30、検査条件 2 を 52、検査条件 3 を 20 とすることも可能となる。

【0041】

予め、光学条件選択のための基準を、例えば、感度最大「実欠陥検出数最大」と設定していれば、見逃しが最も少なく欠陥数が最も多いと共に虚報数が最も多い光学条件 1 が、感度最小「虚報数最小」と設定していれば、見逃しが多い反面虚報数が最小の光学条件 2 が、感度中程度「誤答数最小」と設定していれば、見逃しが中程度で虚報数も中程度の光学条件 3 がそれぞれ選択される。このように超微細な欠陥を見逃してはならない被検査対象パターンに対しては光学条件 1 を選択し、超微細な欠陥の多少の見逃しは許容するが虚報(誤検出)を嫌う被検査対象パターンに対しては光学条件 2 を選択し、これらの中間に位置する被検査対象パターンに対しては光学条件 3 を選択することになる。

【0042】

条件選択のための基準設定画面の例を図 4 (c) に示す。表示された設定基準一覧 (411) に対し、この例では「感度最小」のチェック (ラジオ) ボタン (412) を選択している。

【0043】

図 5 に光学条件設定画面の一実施例を示す。

【0044】

まず、設定する光学条件のナンバーをボックス (501) に入力する。図 20 に示すように、装置が複数の撮像手段 (検出器 13A, 13B) を持つ場合は、その条件で使用するカメラの種類の選択を、プルダウンメニューなどを用いて行う (502)。続いて、使用する画素サイズ (503)、フィルタを持つ場合は、それらの選択 (504、505、506、)、絞りの選択 (507)、照明種類の選択 (508)、及び検査に最適なフォーカス位置を設定するためのフォーカスオフセット量などを選択し (509)、よければ「OK」ボタンを押し (5

1 0)、設定データを保存する。保存しない場合は「キャンセル」ボタンを押す(5 1 1)。以上の手順を設定条件毎に行い、複数個の光学条件が設定される。光学条件には、手動で選択しなくても、例えば照明光量を調整するためのNDフィルタは、取得画像の明るさに応じて、所望の明るさが得られるように自動選択する方法も考えられる。

【0 0 4 5】

図6に光学条件選定の確認画面の一実施例を示す。図3の処理の結果、最終的に自動選択された光学条件が一覧表示される(6 0 1)。確認してその設定でよい場合、「OK」ボタン(6 0 2)を押すと、その設定で決定となる。その設定を選択しない場合は「キャンセル」ボタンを押す(6 0 3)。「標準」ボタンを押すと(6 0 4)、装置にデフォルト登録されたデータが設定される。設定をやり直したい場合は「再設定」ボタンを押すと(6 0 5)、図5の処理に戻り、再度図3のフローを繰り返す。

【0 0 4 6】

次に、上記の如く、光学条件を選択設定した後、検査に用いる検査パラメータ(検査条件)を設定することによって光学条件及び検査条件からなる検査レシピを設定する手順について図7を用いて説明する。まず、検査パラメータの初期値を設定する(S 7 0 1)。初期値は、例えば、図8(a)に検査しきい値8 0 3で示されるような、検査結果になるべく虚報が含まれるように、高い感度を設定する。この検査パラメータを用いて検査を実行し(S 7 0 2)、検出した欠陥に対し、真の欠陥か虚報かの分類を行う(S 7 0 3)。この分類は、欠陥部画像等をディスプレイ27等に表示して目視で手動設定してもよいし、欠陥画像処理部20における上述特徴量を使用して判定ルールにより自動分類する自動欠陥分類機能を用いて自動設定してもよい。この分類結果を用いて、後述の方法で自動パラメータ調整を行う(S 7 0 4)。設定結果が適正かどうか確認を行う場合は、得られたパラメータを使用して再度検査処理(テスト検査)を行い(S 7 0 5)、検出した欠陥を目視レビューして欠陥／虚報の確認を行うことにより(S 7 0 6)、検査レシピが設定されることになる(S 7 0 7)。初期値設定(S 7 0 1)を固定値、あるいは自動設定とし、欠陥／虚報分類(S 7 0 3)を自動で行い

、目視レビュー（S706）を実施しなければ一連の設定が自動化できる。

【0047】

自動パラメータ調整の一実施例を図8（a）に示す。図8（a）は欠陥検出部18において判定2値化しきい値を設定する場合に使用するグラフの一実施例である。横軸にしきい値を、縦軸にそのしきい値で検出される欠陥数を取り、分類結果を基に欠陥（801）と虚報（802）に分けてプロットしたものである。即ち、各しきい値で検出される欠陥数は、欠陥数と虚報数とを加算したものとなる。操作制御部26は、検査時に、欠陥画像抽出部19からその欠陥検査の濃淡差の最大値などの情報を残すことによりこのグラフを作成することができる。例えば欠陥部画像と参照部画像との差画像に対してしきい値が低いほど欠陥、虚報共に検出数が多くなり、図7に初期値として設定される検査実行時のしきい値803で総検出数が最大となる。しきい値の選択は、光学条件設定時と同様、図4（c）に示したような設定画面を用いて予め設定された基準に基づいて行う。つまり、虚報を検出したくない場合には感度を下げた高いしきい値A（804）を、欠陥数を最大検出したい場合には（その中でできるだけ虚報が少ない）感度を高めた低いしきい値C（806）を、（欠陥数+虚報数）を中間にしたい場合は中間のしきい値B（805）を、それぞれ選択する。

【0048】

更に、複数のパラメータを同時に設定する方式も考えられる。図8（b）には欠陥画像処理部20における欠陥と虚報とを弁別するしきい値を設定する場合に使用するグラフの一実施例を示す。グラフは、横軸に欠陥の濃淡差最大値を、縦軸に欠陥面積を取り、検出欠陥毎にプロットしたものである。最大濃淡差、あるいは面積単体で欠陥と虚報の境界線（しきい値）をひくことは、図8（b）に示すしきい値直線（807、808）のように困難であるが、例えば虚報を含まない境界線（809）や、欠陥を最大検出する境界線（810）を引くことができる。あるいは、欠陥、虚報を分離する2次曲線など（811）が引ける可能性がある。境界がうまくひけるようなパラメータを縦軸、横軸にとることにより実現できる。

【0049】

図9に検査条件選定の確認画面の一実施例を示す。図7の処理の結果、最終的に自動選択された検査条件が一覧表示される(901)。確認してその設定でよい場合、「OK」ボタン(902)を押すと、その設定で決定となる。その設定を選択しない場合は「キャンセル」ボタンを押す(903)。「標準」ボタンを押すと(904)、装置にデフォルト登録されたデータが設定される。設定をやり直したい場合は「再設定」ボタンを押すと(905)、図4(c)の設定処理に戻り、再度図7のフローを繰り返す。あるいは数値を直接入力ボックス(906)に入力してもよい。

【0050】

以上、欠陥、虚報の2分類による検査条件設定方法について述べてきたが、更に分類数を増やした場合の設定についても考えられる。

【0051】

次に、実際検査を行う前に、操作制御部26において入力装置25を用いて行われる、光学条件設定基準に基づき光学条件を選択して設定する処理フローの第2の実施例について図10を用いて説明する。該第2の実施例は、基本的な処理は図3に示す第1の実施例と同じであるが、欠陥の分類を行う処理(S307')が異なっており、ここで、より詳細な欠陥分類を行う。以下、操作制御部26において、細かく分類した場合の条件設定方法について説明する。

【0052】

図11に、操作制御部26において、本方式における検出結果の一実施例を示す。前述と同様の方法で事前に設定した複数の光学条件(1101)に対して、カテゴリ毎の欠陥検出数を表示したものである。欠陥、虚報の分類以外に、ここでは欠陥1(例えば異物欠陥)、欠陥2(例えばショート欠陥)、欠陥3(例えばスクラッチ欠陥)、不明の分類を行っている(1102)。この欄には具体的な欠陥名称を表示してもよい。欠陥の下に示すON/OFFの記述は、図12に示すようなウエハ上の欠陥分布マップ(1201)に打点するかどうか、即ちユーザにとって必要な欠陥かどうかを示している。更に右の欄にはON表示された欠陥数の合計値(1103)と、OFF欠陥の合計値(1104)も示している。予め光学条件選定の基準を設定しておき、その基準に合った光学条件を選定す

る。基準として例えば必要な欠陥数の総計、即ちON合計が最も多い条件と設定された場合には、ON合計最大（欠陥1、2、3に対して最も感度が高い）の光学条件2が、OFF合計最小の条件（不良品と誤判定となる虚報および不明なものが最小）と設定された場合には光学条件5が、あるいは特定の欠陥2（例えば致命欠陥であるショート欠陥のカテゴリ）を最も多く検出する条件（特定のカテゴリを優先する基準）と設定された場合には、光学条件1が、それぞれ選択される。

【0053】

図13には、操作制御部26に対して設定する、欠陥分類条件の一覧の一実施例を示す。各欠陥カテゴリに対して、その欠陥の名称（1301）、結果表示のON/OFFの設定（1302）などを予め実施しておく。結果表示ON/OFF設定は、前述の通りウエハマップ上に打点するかどうか、あるいは、図14に示すように、ウエハマップ（1401）への打点の形状や色を変えるために用いる。図14には、同時に、検査レシピを含む検査条件（1402）、検査状況（1403）、及びウエハマップへの表示条件（1404）も表示する。この表示条件（1404）上で結果表示ON/OFF設定を行えるようにしてもよい。この表示画面上には、更に、検査した装置のID番号（1405）や、表示画面のステータス（1406）、検査対象ウエハのロット番号（1407）、ウエハの処理時刻又は検査時刻の情報（1408）も表示する。検出された全ての欠陥について分類処理を行っているため、分類漏れの欠陥に対する推定の必要がなく、欠陥の分布状況を正確に把握することが可能である。

【0054】

図15には操作制御部26等において欠陥分類された欠陥分類結果のディスプレイ27への表示画面の一実施例を示す。

【0055】

この実施例では、カテゴリ毎に分類した欠陥の画像（1501～1503）を、カテゴリ毎の欠陥の種類（異物1504、孤立欠陥1505、致命欠陥である短絡欠陥（パターンショート）1506）と検出数（1507～1509）の情報、総検出欠陥数（1510）と共に画面上に表示する。更に、欠陥を検査した

検査装置のID番号(1511)や、表示画面のステータス(1512)、検査対象ウエハのロット番号(1513)、ウエハの処理時刻又は検査時刻の情報(1514)も表示する。

【0056】

次に、欠陥と装置に起因する虚報とを識別する別の実施例について、図16～図18に示す処理フローを用いて説明する。この実施例の方法は、同一条件で複数回検査を実行し、その欠陥の検出に再現性があるかどうか、つまり何回検出されるかを判定することによって、検出した欠陥候補が実欠陥か虚報かを判断するものである。真に欠陥であれば、毎回、あるいは複数回検出されるはずであり、逆に例えば照明の変動やステージの走行不良など、何らかの画像撮像時の不具合によって生じた虚報の場合は撮像条件に毎度同様の不備がなければ何度も検出されることはない。

【0057】

例えば操作制御部26において、図16に示すように、まず、光学条件を1つ設定する(S1701)。このとき、検査回数(N)と、そのうち何回以上検出したものを欠陥とするかを判定するための回数(M)を同時に設定する。検査処理を実行(S1702)、処理回数がNに達したかどうか判定する(S1703)。満たない場合は回数をインクリメントし(S1704)、同一条件で更に検査処理を続ける。処理回数がN回になった時点で前述と同様、欠陥ORファイルの作成を行う(S306)。欠陥候補に対し、その候補がN回の検査で何回検出されたかチェックし(S1706)、M回を超えていれば真の欠陥と判定(S1707)、超えていなければ虚報と判定する(S1708)。全欠陥候補終了したかチェックし(S1709)、終了するまで順次欠陥候補(S1710)に対して判定を行う。

【0058】

誤検出の原因が、例えばレンズ収差など、光学的に誤って検出してしまう場合も考えられる。特にレンズ周辺は収差が出易く、虚報の発生が多い傾向にある。このような場合は、視野の位置をずらすことによって、光学条件を変えることができる。図17に処理フローを示すが、図16のフローとの違いは、検査を行い

(S1802)、再検査時に視野位置を変更して画像を取り直し(S1803)、複数の検査(S1804)を行い、その結果によって図16と同様、欠陥か虚報かの判定を行う(S1706)点である。この他にも、視野位置を光学的条件の最もよい位置(例えば視野中心)に移動して再検査し、それでも欠陥が検出された場合にのみ欠陥と判定し、検出されない場合は虚報と判定するものである。更に、例えば欠陥検出部18において欠陥候補を検出する時における視野位置を例えば記憶装置24に記憶しておき、視野周辺で検出した欠陥候補についてのみ、機構制御部22でステージ2、3の移動(走行)を制御して光学系7及び検出器13により再度視野中央で画像を取り直して再検査するような方法も考えられる。このように、選択して設定される検査レシピとしての光学条件には、レンズ収差に関係する視野内の検出位置がある。

【0059】

次に、薄膜干渉などによる明るさムラ(色ムラ)の影響を除去する方法について説明する。この方法も基本的には上述の方式と同様であり、図18にそのフローを示す。UV、DUVなどの短波長照明(S1901)で検査を行う(S1902)場合、これら波長は、感度は高くなるが薄膜干渉による虚報が起き易い。真に欠陥かどうかを確認するため、検出した欠陥に対して、今度は白色のブロードバンド照明など、異なる照明系を使用(S1903)して何度か検査を実行(S1904)する。白色照明は明るさムラの影響は受けにくい、欠陥検出感度が短波長照明に対して低くなると思われるので、高い倍率を設定するなど、高感度検出が維持できるように工夫する必要がある。なお、照明系を変更する代わりに、光学系を変更しても同様になる。このように、選択して設定される検査レシピとしての光学条件には、照明波長および結像倍率がある。

【0060】

以上説明したように何度かの検査を繰り返し行うことによって、光学条件および検査条件からなる検査レシピを求める場合は勿論のこと、実際の検査時においても欠陥検出の精度を高めると同時に欠陥検出の信頼性を向上することができる。

【0061】

次に、外観検査装置等の検査装置において、上述したように検査レシピが設定された後で、自動欠陥分類を行う場合の検査フローについて図19を用いて説明する。まず、検査装置本体に対して、検査を行う為の光学条件及び検査パラメータ（検査条件）などからなる検査レシピの設定を行う（S1601）。自動欠陥分類（ADC）ユニットに対しては、分類条件の設定を行う（S1602）。

【0062】

検査装置本体は、検査レシピを設定した試料と同類の被検査対象物に対して検査を実施し（S1603）、例えば欠陥画像抽出部19で欠陥を検出した場合には（S1604）、検査の結果得られた欠陥部座標、欠陥面積、欠陥サイズなどの欠陥データ（1620）をADCユニットに転送する。例えば欠陥画像処理部20が、その欠陥部の画像、及び比較検査の場合には、比較対象となる参照部の画像を（適当なサイズで）取得し（S1605）、ADCユニットに転送する（S1606）。ADCユニットでは、転送された欠陥データ、画像（1621）を基に、特徴量の演算などを行い、その結果と予め設定した分類条件とから欠陥の自動分類を行い（S1606）、分類結果を検査装置本体に転送する（1622）。この手順を、検査が終了するまで繰り返し、検査が終了したら（S1607、S1608）、例えば分布識別部28において、得られた全欠陥の座標を基に、あるいは欠陥カテゴリ毎に欠陥の分布を識別する（S1609）。この処理は、検査装置本体で行っても、ADCユニットで行ってもよい。以上の処理により得られた結果を、図12、図14、図15に示したように検査装置本体、あるいはADCユニットのディスプレイ画面上に表示する（S1610）。

【0063】

以上、本発明を、光学式半導体パターン検査装置に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、異物検査装置、電子式パターン検査装置などを組み合わせたり、あるいは他にも液晶ディスプレイ検査装置、ホトマスク検査装置など様々な検査装置の条件設定に適用可能である。

【0064】

【発明の効果】

本発明によれば、検査レシピ設定時に作業者の条件設定作業の支援を行うこと

ができ、設定労力、時間の削減が実現できる。

また、本発明によれば、全ての欠陥に対して欠陥分類を行うため、分類漏れは発生せず、欠陥分布の正確な把握が可能である。

また、本発明によれば、ひいては装置の条件設定に要する占有時間の削減による稼働率向上の効果も期待できる。

【0065】

また同様に、本発明によれば、検査終了とほぼ同時に全ての欠陥の分類が終了するので、欠陥分類時間の削減による稼働率向上の効果も期待できる。

また、本発明によれば、検出した欠陥の信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る欠陥検査装置（外観検査装置）のシステム構成の一実施例を示す図である。

【図2】

本発明に係る欠陥検査装置（外観検査装置）のシステム構成の一部分の一実施例を示す図である。

【図3】

本発明に係る検査レシピとしての画像取得パラメータ（画像取得条件：光学条件）の設定フローの一実施例を示す図である。

【図4】

本発明に係る光学条件毎の欠陥検出結果の一実施例を示す図であり、（a）は欠陥ORファイルの関係を示す図で、（b）は光学条件毎の欠陥内訳を示す図で、（c）は光学条件選択の基準設定画面を示す図である。

【図5】

本発明に係る光学条件設定画面の一実施例を示す図である。

【図6】

本発明に係る光学条件選定結果確認画面の一実施例を示す図である。

【図7】

本発明に係る検査レシピとしての検査パラメータ（検査条件）の設定フローの

一実施例を示す図である。

【図 8】

本発明に係る検査パラメータ（例えば判定しきい値、特徴量に対する判定しきい値）の設定基準の一実施例を示す図である。

【図 9】

本発明に係る検査パラメータ（例えば判定しきい値）の設定結果表示画面の一実施例を示す図である。

【図 10】

本発明に係る検査レシピとしての画像取得パラメータの設定フローの他の実施例を示す図である。

【図 11】

本発明に係る光学条件毎の欠陥検出結果の他の実施例を示す図である。

【図 12】

本発明に係る欠陥分類結果表示画面の一実施例を示す図である。

【図 13】

本発明に係る欠陥分類条件の一実施例を示す図である。

【図 14】

本発明に係る欠陥分類結果表示画面の一実施例を示す図である。

【図 15】

本発明に係る欠陥分類結果表示画面の一実施例を示す図である。

【図 16】

本発明に係る欠陥判定を実行する場合の処理フローの一実施例を示す図である。

。

【図 17】

本発明に係る欠陥判定を実行する場合の処理フローの一実施例を示す図である。

。

【図 18】

本発明に係る欠陥判定を実行する場合の処理フローの一実施例を示す図である。

。

【図 19】

本発明に係る欠陥分類を実行する場合の処理フローの一実施例を示す図である。

【図 20】

本発明に係る欠陥検査装置（外観検査装置）のシステム構成の他の実施例を示す図である。

【図 21】

本発明に係る欠陥検査装置（外観検査装置）のシステム構成の更に他の実施例を示す図である。

【図 22】

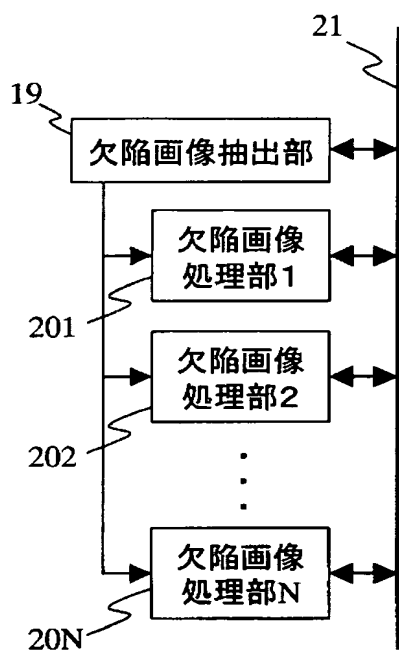
従来の検査条件設定方法を示すフロー図である。

【符号の説明】

1…試料（被検査対象物）、2…Xステージ、3…Yステージ、4…Zステージ、5… θ ステージ、6…高さ計測器、7、7A、7B…光学系、8…対物レンズ、9…光学条件変更部（各種フィルタなど）、10…光学条件変更部（各種フィルタなど）、11…ビームスプリッタ、12、12A、12B…光源、13、13A、13B…検出器、14…レンズ、15、15A、15B…A/D変換回路、16…前処理部、17、17A、17B…画像メモリ、18…欠陥検出部、19…欠陥画像抽出部、20…欠陥画像処理部、21…ネットワーク、22…機構制御部、23…情報管理部、24…記憶装置、25…入力装置（キーボード、マウス、ジョイスティックなど）、26…操作制御部、27…ディスプレイ、28…分布識別部、29…レイアウト変換演算部、30…レイアウトCAD、31…欠陥組成分析装置（EDX）。

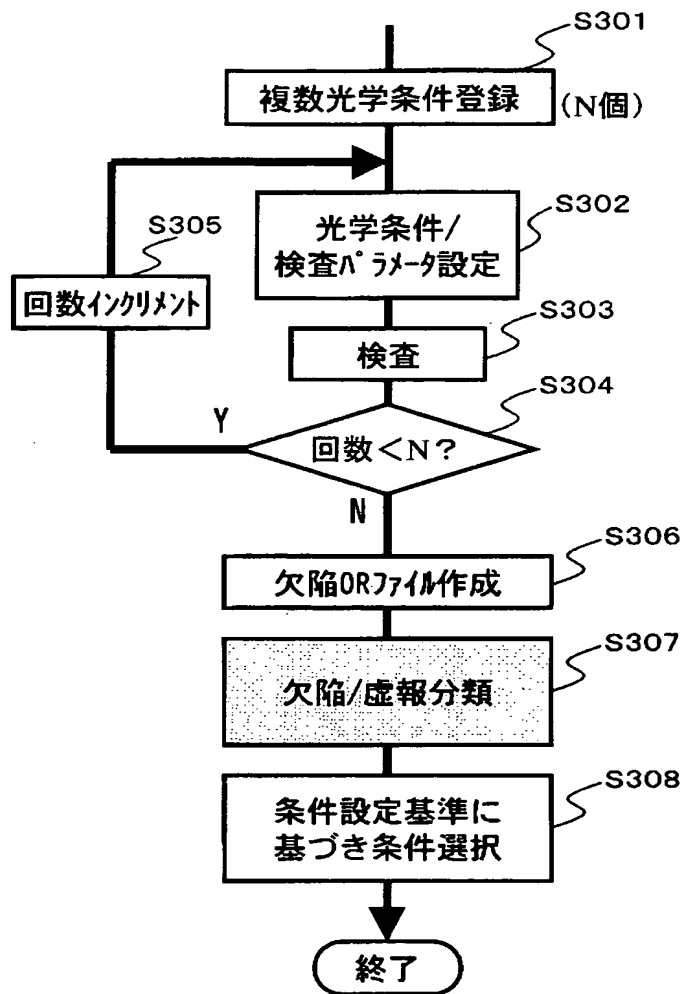
【図 2】

図 2



【図 3】

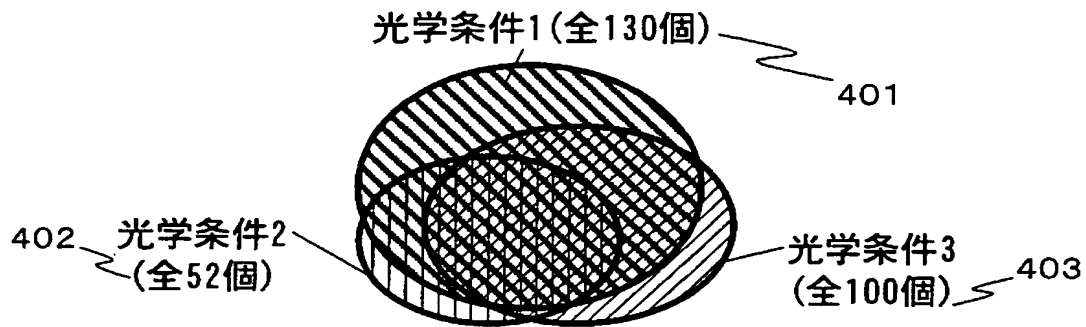
図 3



【図 4】

図 4

(a)

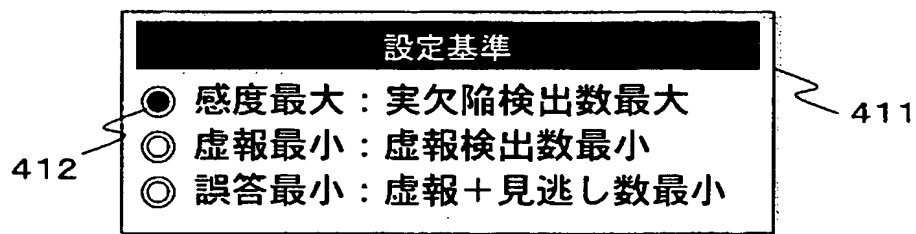


(b)

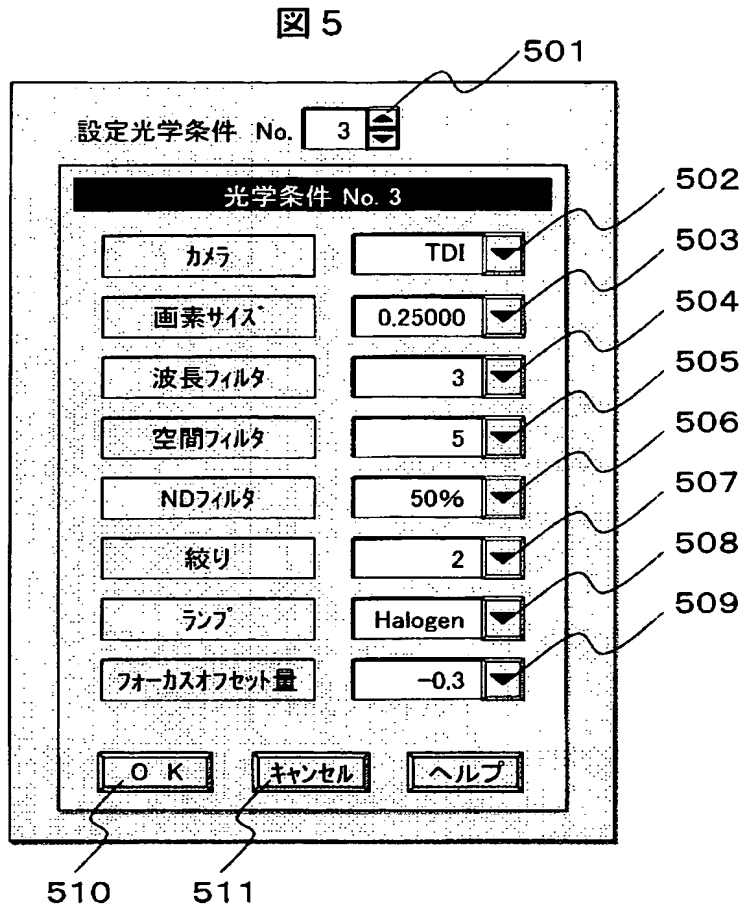
光学条件	欠陥 (α)	見逃し (β)	虚報 (γ)	誤答 ($\beta + \gamma$)
1	100	20	30	50
2	50	70	2	72
3	90	30	10	40
Total (OR)	120	—	—	—

404 405 406 407 408 409 410

(c)



【図 5】



【図 6】

図 6

601

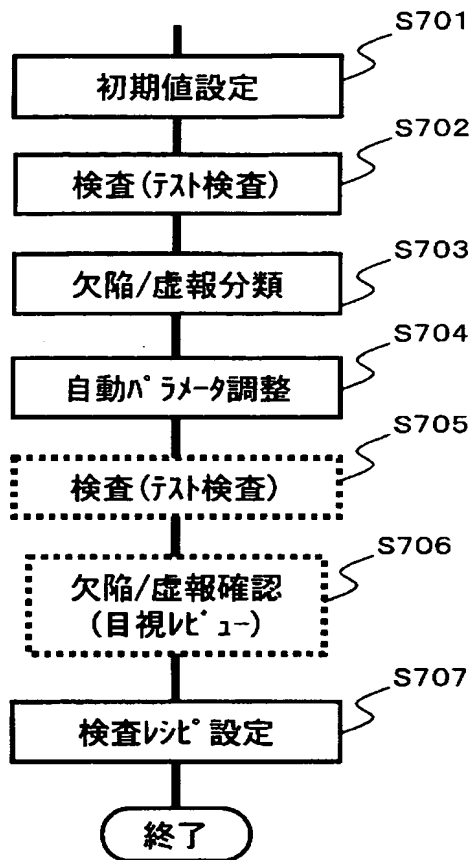
光学条件選定結果

光学条件No.	3
カメラ	TDI
画素サイズ	0.25000
波長フィルタ	3
空間フィルタ	5
NDフィルタ	50%
絞り	2
ランプ	Halogen
フォーカスオフセット量	-0.3

602 OK 603 キャンセル 604 標準 605 再設定

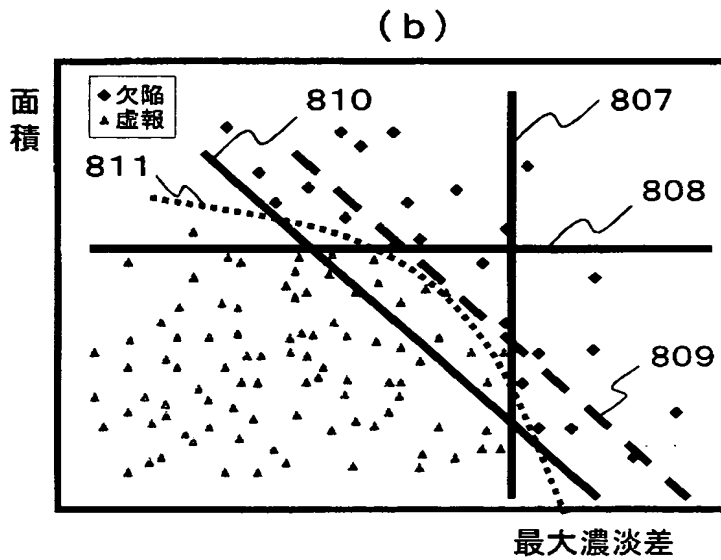
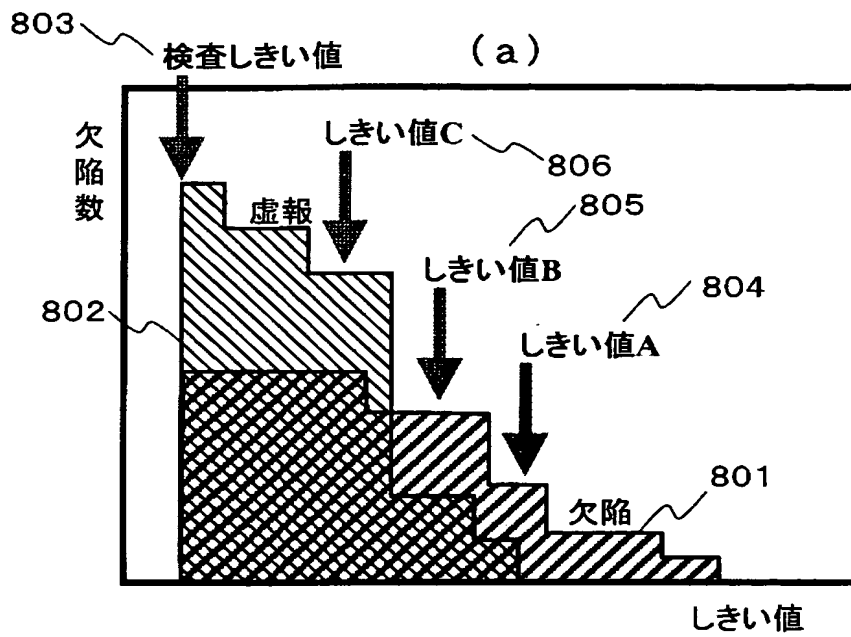
【図 7】

図 7

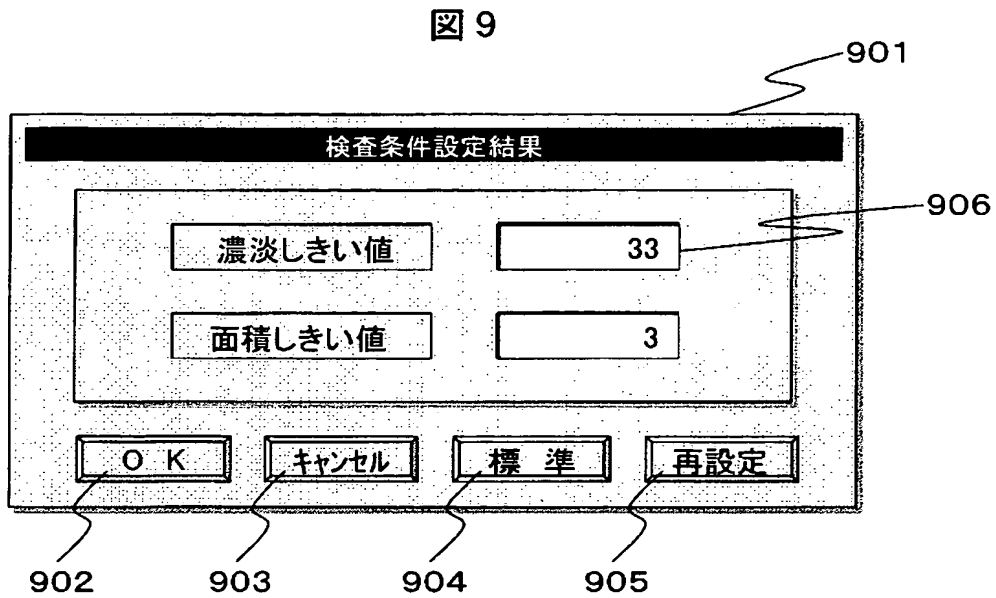


【図 8】

図 8

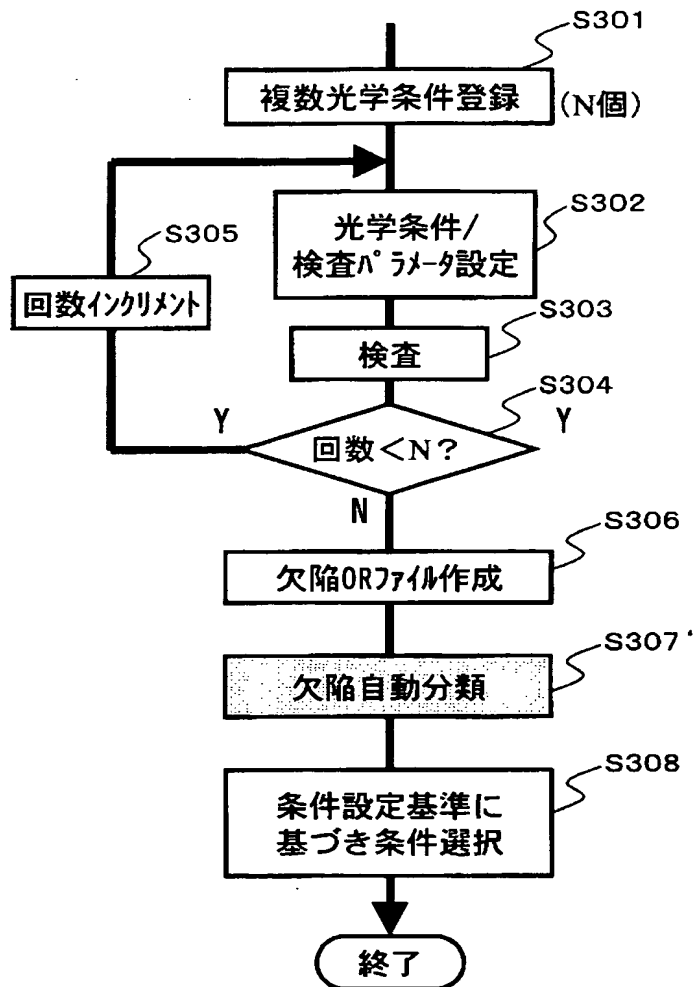


【図 9】



【図10】

図10



【図 11】

図 11

光学条件	欠陥1	欠陥2	欠陥3	不明	虚報	ON	OFF
	ON	ON	ON	OFF	OFF	合計	合計
1	10	60	10	10	20	80	30
2	30	40	20	40	30	90	70
3	20	30	10	5	5	60	10
4	15	15	15	15	15	45	30
5	20	30	20	2	1	70	3

【図 1 3】

図 1 3

カテゴリ	名称	結果表示
		ON/OFF
1	異物	ON
2	ショート	ON
3	スクラッチ	ON
4	グレイ	OFF
5	色ムラ	OFF
6	その他	OFF
7	不明	OFF

【図 15】

図15

1510 検査装置 ID: 03

1504 欠陥分類結果

1507 Print No.: XXXXXXXXXX

0000/00/00 00:00:00

1505 総欠陥数 50

1508 カテゴリ 1 異物 個数 13

1506 カテゴリ 2 孤立欠陥 個数 3

1509 カテゴリ 3 パターンショート 個数 6

ヘルプ

プリント

欠陥分類

レンジ作成

結果表示

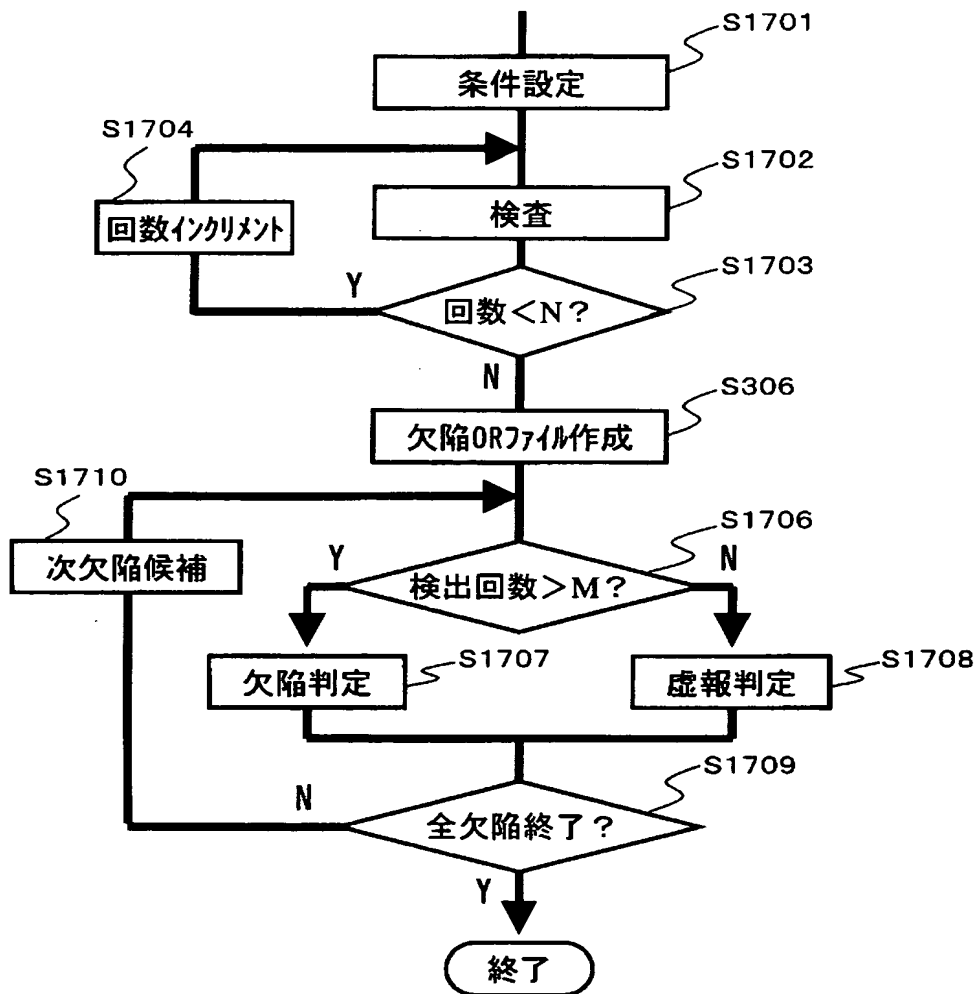
欠陥確認

検査

ロット情報

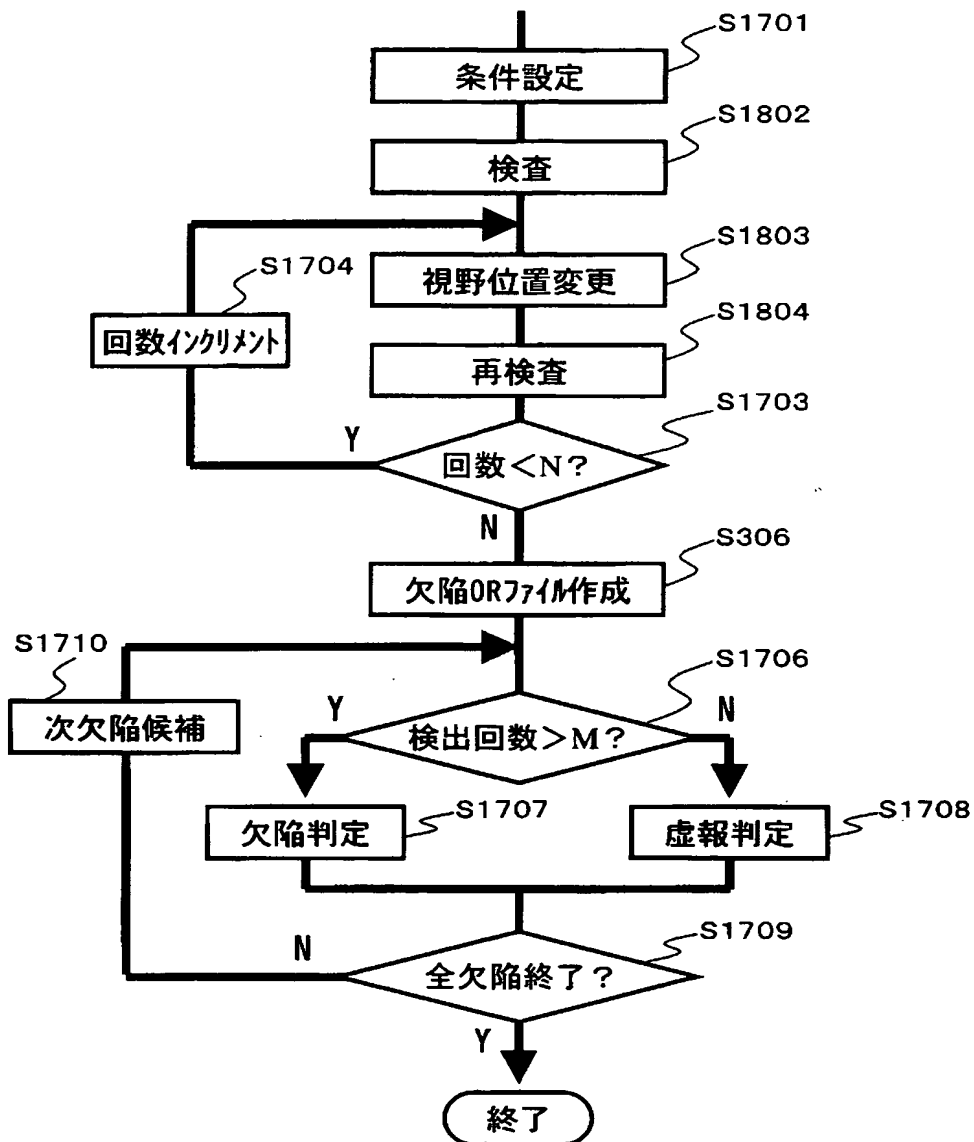
【図 16】

図 16



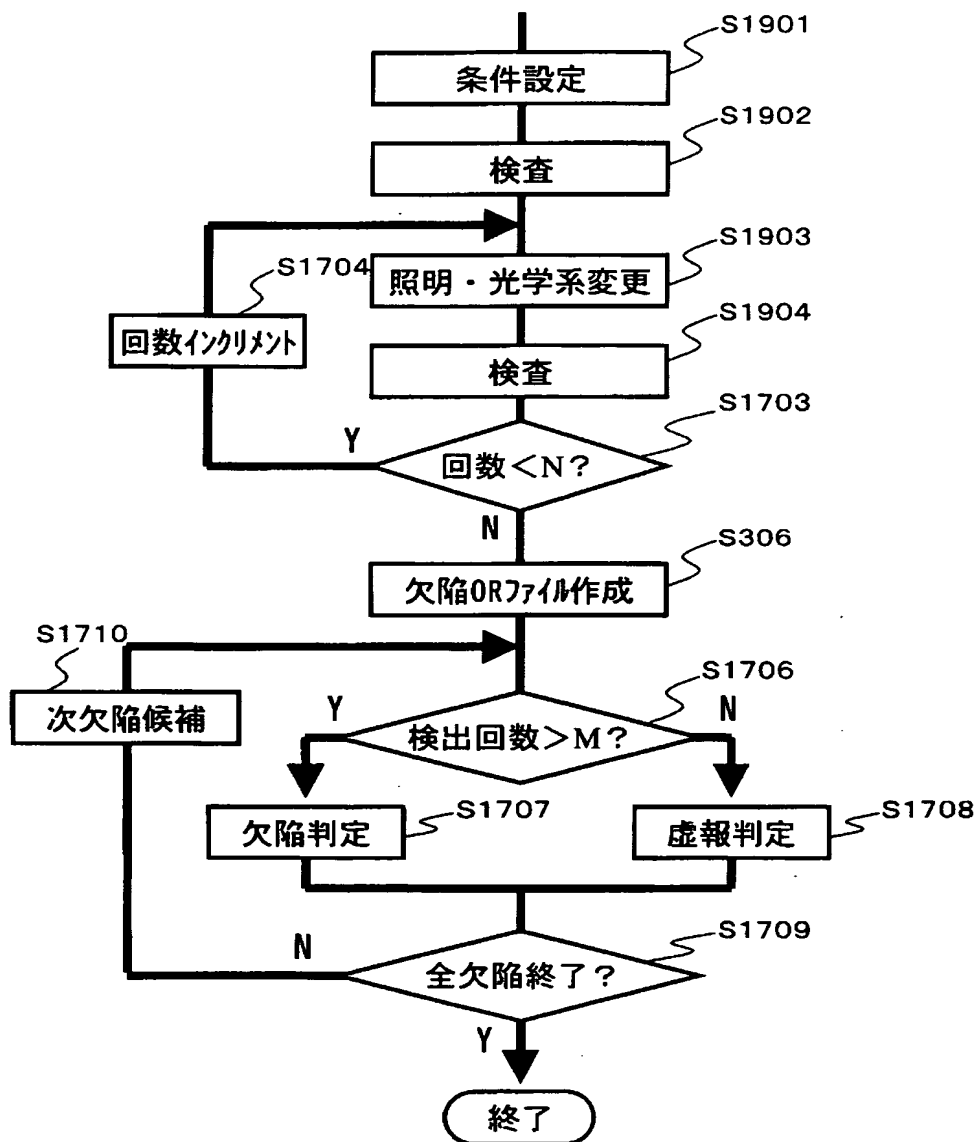
【図17】

図17



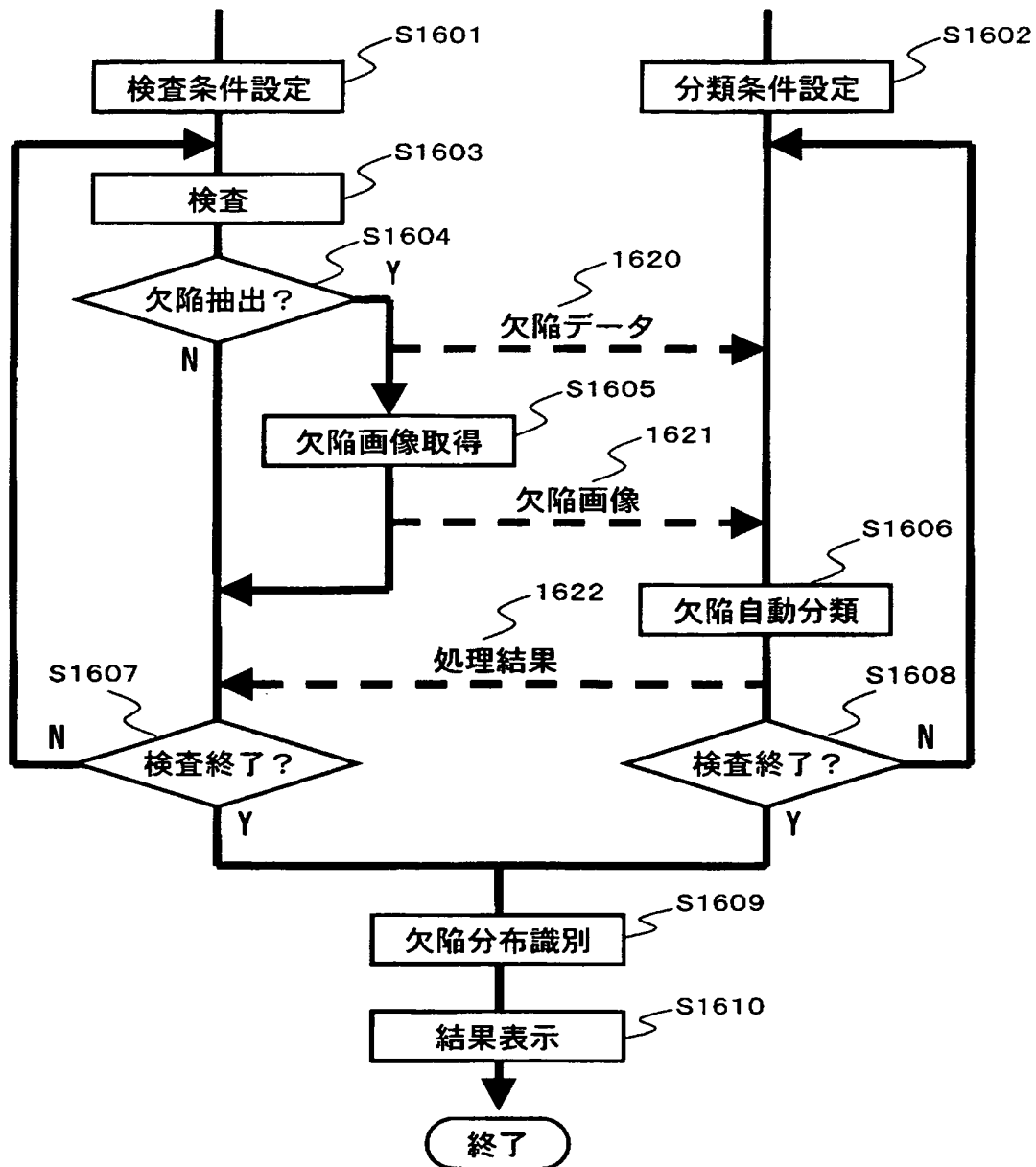
【図 18】

図 18

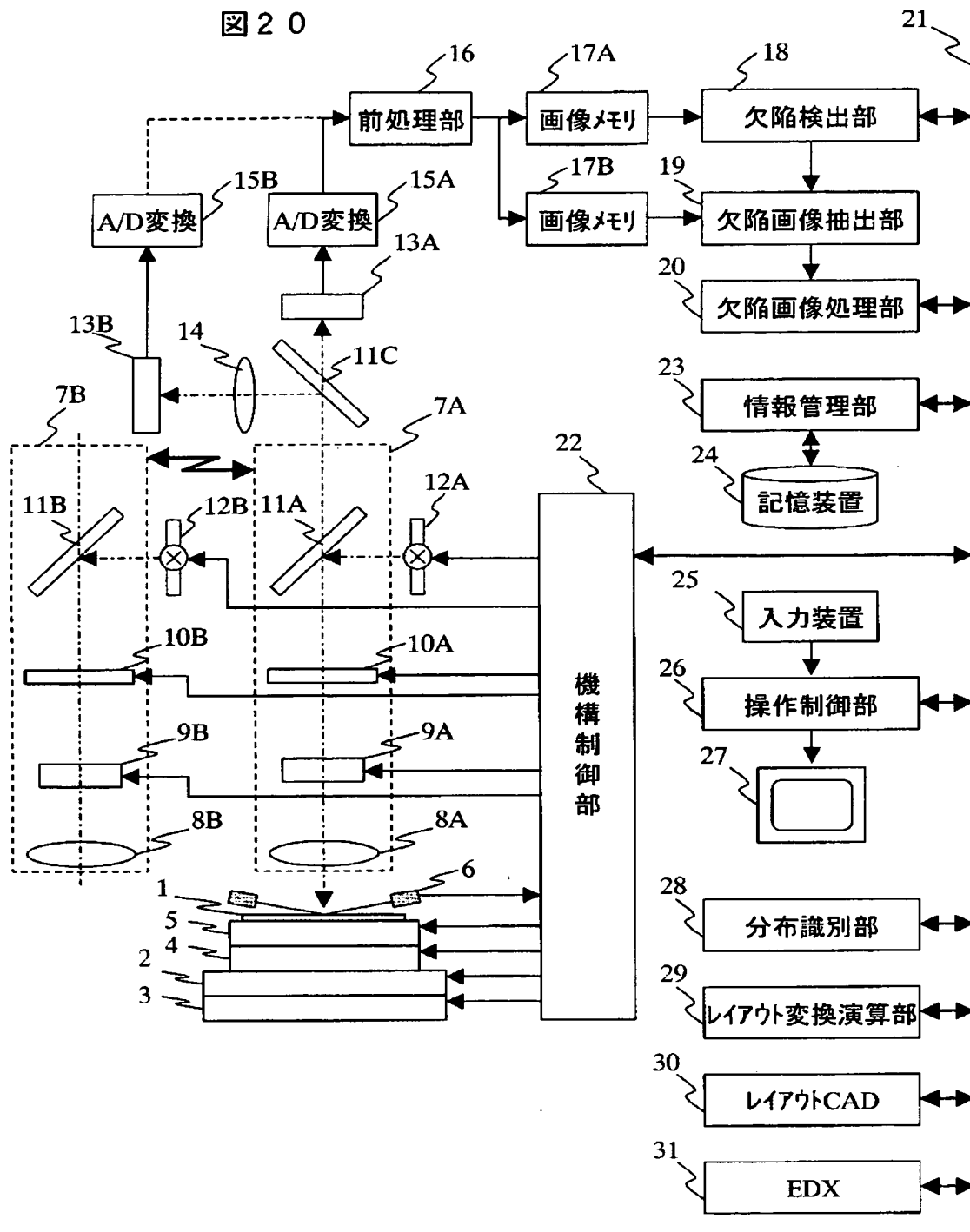


【図 19】

図 19

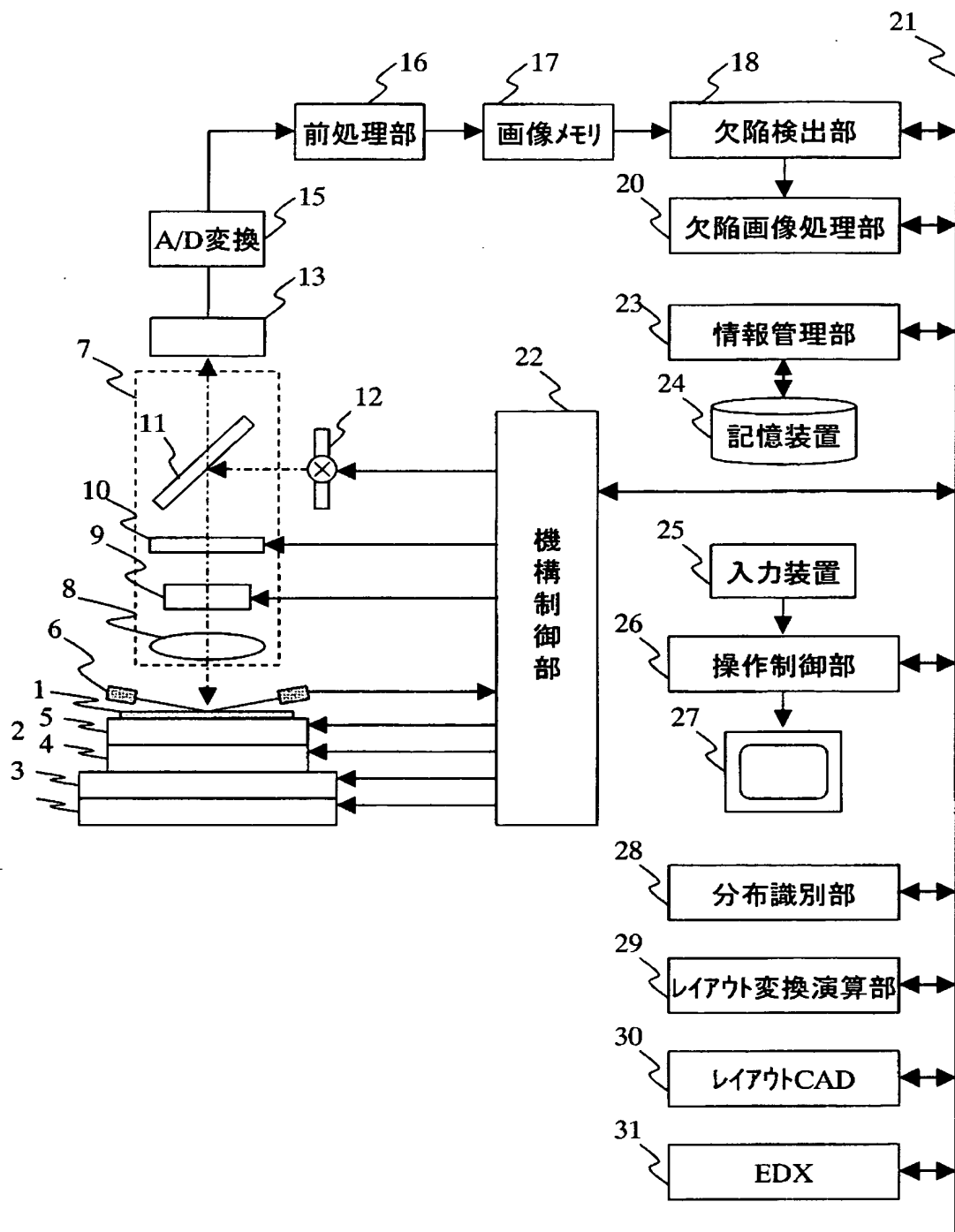


【図 20】



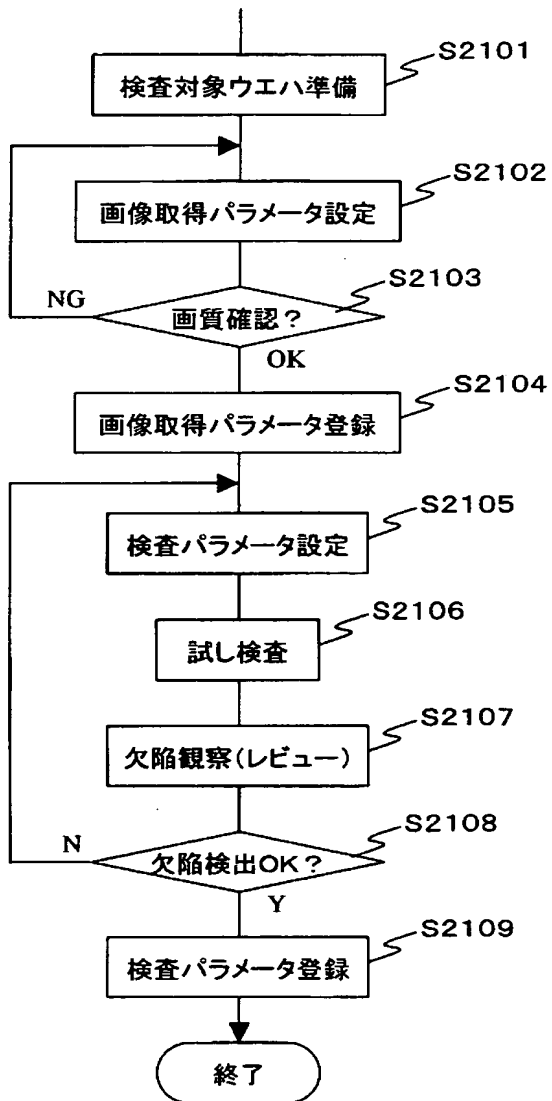
【図 21】

図 21



【図 22】

図 22



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

欠陥検査装置において、検査時の画像取得パラメータや検査パラメータなどの検査レシピの設定は労力が多大であり、時間もかかるため、装置稼働率を低下させる一因ともなっており、これを軽減する必要がある。

【解決手段】

複数の画像取得条件等を設定し、設定条件毎に検査を実行し、検出した欠陥全てを欠陥自動分類機能を用いて真の欠陥と虚報とに分類することにより、複数条件の中から最も検出に適した条件を自動選別する方式。また、複数検査の結果を重複の無い欠陥ORファイルを作成すれば更に効率向上する。また、同機能を用いて特定の欠陥が最も多く検出できるような条件を選択する事も可能である。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 1 8 3 9 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 0 1 3 8 7 8 3 9]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 1 0 月 3 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区西新橋一丁目 2 4 番 1 4 号
氏 名	株式会社日立ハイテクノロジーズ